

ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ



Зубовский Д.К.

канд. мед. наук,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры

В статье отображены результаты комплексных исследований эффективности новых технологий: общей термоманнитотерапии и термоманнитофореза L-аргинина. Показано, что разработанные методики обладают разнообразным физиологическим действием. Исследование имеет практическую ценность, поскольку предлагает новые решения для восстановления и повышения работоспособности спортсменов в ходе тренировочного процесса.

Ключевые слова: L-аргинин; гемодинамика; вегетативная регуляция; работоспособность; термоманнитотерапия; термоманнитофорез.

THERMOMAGNETIC TECHNOLOGIES – PROMISING METHODS OF FUNCTIONAL REHABILITATION OF ATHLETES

This article presents the results of a comprehensive study examining the effectiveness of new technologies: general thermomagnetic therapy and L-arginine thermomagnetoforesis. The developed methods are shown to have diverse physiological effects. The study has practical value, as it offers new solutions for athletes to restore and improve their performance during training.

Keywords: L-arginine; hemodynamics; autonomic regulation; performance; thermomagnetic therapy; thermomagnetoforesis.

В условиях, когда в современном спорте спортсмены уже вплотную подошли к пределу своих физических возможностей, первостепенное значение приобретает поиск средств и методов оптимизации и мобилизации внутренних резервов организма для дальнейшего прогресса и достижения высоких спортивных результатов. Важнейшим фактором обеспечения эффективности тренировочного процесса (далее – ТП) и успешности соревновательной деятельности является своевременное и полноценное восстановление функциональной готовности спортсмена с использованием разнообразных средств и методов функциональной реабилитации.

Успешно решить эту задачу можно за счет использования лечебных физических факторов (далее – ЛФФ). Специфика терапевтического воздействия ЛФФ обусловлена их научно подтвержденным влиянием на множество физиологических систем, регулирующих как обеспечение, так и лимитирование работоспособности человека. Значительное интегративное воздействие ЛФФ на патофизиологические механизмы, лежащие в основе дезадаптационных и патологических процессов, существенно обогащает спектр доступных методов восстановления для спортсменов [1, 2].

Современная медицина часто прибегает к одно-временному применению нескольких лечебных методов, что продиктовано высокой частотой наличия

у пациента нескольких заболеваний. Подобный подход применим и к задачам функциональной реабилитации спортсменов в ходе ТП, так как максимальная мобилизация ресурсов организма спортсмена при интенсивных нагрузках происходит за счет активации всех физиологических систем их обеспечения [3].

Установлено, что средства и методы физиотерапии способны оказывать выраженное интегративное влияние на патофизиологические механизмы дезадаптационных и патологических процессов, а сочетанные и комбинированные воздействия ЛФФ, в силу их взаимовлияния и модуляции, могут способствовать проявлению широкого спектра новых или более выраженных длительных физиологических эффектов и, следовательно, существенно расширить арсенал разрешенных эффективных средств восстановления спортсменов в ходе ТП. При сочетанной физиотерапии значительно реже и медленнее развивается привыкание к воздействию ЛФФ [4, 5, 6].

Сочетанное применение ЛФФ в ходе ТП отражает системный подход к организму спортсмена. Это, а также стремление к быстрому и выраженному восстановительному и модулирующему эффекту стало движущей силой для разработки нами инновационных технологий (включая аппаратуру и методики ее применения) для восстановления работоспособности спортсменов.

Термомагнитотерапия (далее – ТМТ) является технологией, сочетающей гемостимулирующий, иммуномодулирующий и реокорректирующий эффекты низкоинтенсивной импульсной магнитотерапии с общеукрепляющим и трофико-регенераторным действием тепла.

Для проведения ТМТ были разработаны несколько вариантов аппарата АТМТ-01, что позволило оказывать общее и локальное воздействие магнитным полем (далее – МП) с варьированием дозиметрических параметров, проводить отдельно, одновременно и последовательно термотерапию и импульсную магнитотерапию [7]. Для общей ТМТ (далее – ОТМТ) разработаны аппараты с предусмотренным набором программ с фиксированными параметрами (температура; магнитная индукция; форма импульса МП; частота импульсов; характер включения индукторов) [8]. На рисунке 1 приведен общий вид процедуры ОТМТ.



Рисунок 1 – Общий вид процедуры общей термомагнитотерапии

Как показали наши исследования, методика ОТМТ – одновременного общего воздействия низкочастотным (от 10 до 50 Гц), низкоинтенсивным (от 3,5 до 10 мТл) МП и регулируемым теплом ($T=28^{\circ}\text{C}$) на тело спортсмена в условиях тренировочных и соревновательных физических нагрузок – способна оказывать активное коррекционно-модулирующее воздействие на факторы, лимитирующие работоспособность спортсмена [9].

Наши исследования выявили достоверное положительное влияние ОТМТ на функциональное состояние системы кровообращения спортсменов. Так, при проведении теста PWC_{170} отмечен достоверный рост минутного объема кровообращения, обеспеченного не только за счет роста частоты сердечных сокращений (далее – ЧСС), а также вследствие увеличения ударного объема крови (далее – УОК), что свидетельствует об улучшении сократимости миокарда. Как известно, повышение насосной функции сердца у спортсменов происходит за счет утолщения стенок и увеличения объема левого желудочка в результате многолетней физиологической адаптации [10]. В нашем случае повышение сердечного выброса произошло за счет улучшения коронарного артериального кровотока под влиянием курса процедур ОТМТ. По данным реографического исследования активиро-

валось также регионарное кровообращение нижних конечностей (уменьшение индекса периферического сопротивления, увеличение показателя венозного оттока) как в состоянии покоя, так и после нагрузки. По результатам анализа показателей variability сердечного ритма (далее – ВСР) у спортсменов отмечено достоверное повышение лабильности ВСР и активности автономного контура регуляции сердечного ритма, что можно рассматривать как повышение парасимпатической регуляции и адаптационных возможностей спортсменов после курса процедур ОТМТ. У всех спортсменов отмечены улучшение параметров активности и настроения, повышение стрессоустойчивости, уменьшение тревоги и раздражительности, активация мотиваций к положительным результатам тренировок.

Под воздействием курса процедур ОТМТ происходило улучшение показателей специальной физической подготовленности. Так, у стрелков и биатлонистов отмечено достоверное улучшение показателей стрельбы на тренажере «СКАТТ» (уменьшение средней длины траектории прицеливания, увеличение времени нахождения мушки прицела внутри 10 и повышение результативности), в особенности выраженное спустя 2 недели после завершения курса процедур ТМТ. У представителей спортивно-боевых единоборств (каратэ, таэквондо, рукопашный бой) и бокса отмечено положительное влияние курса процедур ОТМТ на показатели физических качеств (сила, силовая выносливость, подвижность в плечевых суставах). Анализ индивидуальных уровней вышеприведенных показателей показал превышение их значений на 55–70 % по сравнению с исходными данными спустя 4 недели после курса процедур ОТМТ как у 70 % спортсменов, тренирующихся на выносливость, так и спортсменов-единоборцев и стрелков [5, 11].

Один из ключевых вопросов достижения высокого уровня работоспособности спортсменов решается за счет увеличения потенциала системы кровообращения для активизации доставки кислорода к тканям [12, 13, 14]. Основным путем кардиореспираторной адаптации к напряженной мышечной работе являются систематические физические тренировки. Практика показывает, что желание максимально обеспечить кислородный запрос систем организма, ответственных за мышечную деятельность, удовлетворяется также путем применения специализированных пищевых добавок (далее – СПД), что сопряжено со значительными рисками для репутации и здоровья спортсменов [15, 16, 17].

В спортивном сообществе широко распространены СПД, содержащие аминокислоту L-аргинин (далее – L-A), являющуюся источником монооксида азота, действие которого связывают с активным усилением тканевого кровообращения и ростом энергопроизводительности мышц [18, 19, 20].

Однако существует проблема соотношения антидопинговых правил и употребления СПД [21]. Указывается на высокий допинговый риск в связи с тем,

что легкодоступные СПД часто содержат запрещенные в спорте вещества, не указанные на этикетках продукта [22].

Проблемой при приеме внутрь СПД с L-A является противоречивость сообщений по дозировкам с вариациями по различным данным от 6–8 г/сут до 24 г/сут и даже 30 г/сут в течение от 4 до 8 недель. Это разнообразие дозировок связано, прежде всего, с индивидуальным характером состояния спортсменов (вид спорта, уровень тренированности, характер и режим физических нагрузок, возраст, пол, одновременный прием с иными СПД или лекарствами, наличие заболеваний желудочно-кишечного тракта и пр.). Стойкая тенденция к высокодозному и длительному употреблению L-A также объясняется его низкой биодоступностью при приеме внутрь (не более 60 %) из-за его активного поглощения бактериями кишечника [23]. Это может усугубляться при часто наблюдаемых у спортсменов дисбактериозах [24].

Категории видов спортивной деятельности указывают на то, что универсальных средств, которые могли бы помочь однозначно решить все задачи коррекции основных механизмов лимитирования работоспособности спортсменов не существует. Однако разработка эффективных методов коррекции, патогенетически максимально воздействующих на основные проявления синдрома дезадаптации, является одной из наиболее актуальных задач современной спортивной медицины и диктует необходимость внедрения методик, повышающих стабильность спортсменов различных видов спорта на протяжении всего макроцикла. Кроме того, существует необходимость целенаправленного сокращения перечня фармакологических препаратов, разрешенных к применению в спорте высших достижений и экономии на материально-технических затратах [25, 26].

Сочетанное использование лекарственных средств и ЛФФ в виде физико-фармакологических методов уже прочно вошло в медицинскую практику [27]. Однако научные основы как сочетанного, так и комбинированного использования этих лечебных средств не разработаны, что не позволяет в полной мере использовать их терапевтические возможности [28]. Широкие перспективы открывает применение трансдермальных физиотерапевтических систем [29].

Таким образом, с помощью новых технических решений, используя известный метод физиотерапии – магнитофорез лекарств, применительно к новому объекту – L-аргинину, можно расширить возможности и качество недопинговых восстановительных технологий в спорте. Для усиления действия низкоинтенсивное импульсное МП в ходе проведенного эксперимента сочеталось с одновременным регулируемым воздействием теплового фактора – термомагнитофорез L-A (далее – ТМФ L-A) – введение L-A в виде раствора в анатомические мышечные группы конечностей спортсменов. На рисунке 2 приведен общий вид процедуры ТМФ.



Рисунок 2 – Общий вид процедуры термомагнитофореза

Процедуры ТМФ L-A проводились с использованием следующего режима воздействия: форма МП – синусоидальная выпрямленная; индукция МП – 10 мТл; частота МП – 10 Гц; температура воздействия – 38°C; 10 % раствор L-A; продолжительность процедуры – 10 мин; курс – 10 процедур, проводимых ежедневно.

Проведенные нами исследования показали, что в организме спортсменов под воздействием курса процедур ТМФ L-A происходит нормализация метаболизма и биоэнергетических процессов, что приводит к улучшению деятельности систем обеспечения общей физической работоспособности и специальной физической подготовленности. Так отмечена выраженная и статистически значимая положительная динамика стабилметрических параметров (площадь эллипса, качество функции равновесия). Важнейший выявленный феномен – выраженное воздействие ТМФ L-A на проприорецепцию – способность ощущать положение и движение своего позвоночника, туловища и конечностей в пространстве без визуального контроля. Анализ показателей центральной гемодинамики спортсменов показал, что, как в условиях покоя, так и после нагрузочного тестирования после проведения курса процедур ТМФ L-A достоверно повышалась величина УОК и снижался показатель общего периферического сопротивления сосудов, что может указывать на снижение жесткости сосудов и повышение их эластичности. По результатам анализа показателей ВСР у спортсменов в целом отмечено достоверное повышение лабильности ВСР и активности автономного контура регуляции сердечного ритма. В качестве примера приведем данные о динамике индекса напряжения Si в тесте PWC_{170} . Так, если прирост уровня Si в ортостазе до курса процедур ТМФ L-A составлял в среднем 294 % (с 343,2 до 1009,1 у. е.), то после – только 90 % (с 393,2 у. е. до 728,9 у. е.). Такая динамика Si и других показателей ВСР отражала улучшение в функционировании регуляторных механизмов, повышение парасимпатической регуляции и адаптационных возможностей организма спортсменов. Результаты психофизиологического тестирования по-

казали у всех спортсменов улучшение параметров активности и настроения, повышение стрессоустойчивости, значительное уменьшение тревоги, беспокойства и раздражительности, активация мотиваций к положительным результатам тренировок. Тестирование ОФР в тесте PWC₁₇₀ показало увеличение времени работы с 10,9 (8,4; 11,7) мин до 11,8 (10,2; 12,8) мин. Выполненная работа возросла на 680 кгм: с 12630 (8422; 13090) до 13310 (11120; 13975) кгм. При этом ЧСС на всех ступенях нагрузки была ниже, чем до курса процедур ТМФ L-A. Полученный эффект ТМФ L-A позволил спортсменам улучшить результаты выполнения тестирования в беге на 20 м «по движению» на $6,2 \pm 0,79$ %; в беге на 20 м «с ходу» – на $9,3 \pm 1,12$ %; в беге на 300 м «по движению» на $11,59 \pm 1,44$ %. Курсовое применение ТМФ L-A способствовало повышению эффективности технико-тактических действий волейболистов: при приеме подачи – эффективность повысилась на $11,35 \pm 1,56$ %; при подаче процент брака снизился на $7,3 \pm 0,75$ %; эффективность нападающего удара повысилась на $22 \pm 2,34$ %.

По итогам выполненных работ сделан вывод: полученные результаты в совокупности указывают на эффективность применения разработанного регламента проведения курса процедур ОТМТ и ТМФ L-A в условиях тренировочной деятельности спортсменов в годичном цикле подготовки.

Таким образом, технологии ОТМТ и ТМФ L-A являются физиологичными и естественными для организма методами воздействия, действующими согласно системным законам жизнедеятельности и являющимися юридически безупречными (с позиций антидопинговых требований) и важными факторами улучшения подготовки спортсменов для достижения ими высоких результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубовский, Д. К. Введение в спортивную физиотерапию / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик. – Мн., 2009. – 235 с.
2. Зубовский, Д. К. Функциональная реабилитация спортсменов: возможности лечебных физических факторов и перспективы персонализации / Д. К. Зубовский, Н. Г. Кручинский // Прикладная спортивная наука. – 2024. – № 2 (20). – С. 97–103.
3. Платонов, В. Н. Адаптация в спорте / В. Н. Платонов. – К.: Здоров'я, 1988. – 215 с.
4. Улащик, В. С. Общая физиотерапия: учеб. / В. С. Улащик, И. В. Лукомский. – Мн., 2003. – 512 с.
5. Зубовский, Д. К. Сочетанные методы магнитотерапии в функциональной реабилитации спортсменов / Д. К. Зубовский // Мир спорта. – 2015. – № 2. – С. 56–60.
6. Зубовский, Д. К. Магнитотерапия для спортсменов: акцент на комплексные методики / Д. К. Зубовский // Прикладная спортивная наука. – 2022. – № 2 (16). – С. 85–92.
7. Устройство для одновременной общей и управляемой локальной магнитотерапии / Патент ВУ 2796 / В. С. Улащик [и др.]. – Опул. 30.06.2006.
8. Устройство для общей термомагнитотерапии / Патент ВУ 2651 U 2006.04.30 / Д. Н. Чичкан [и др.]. – Опул. 04.01.2006.
9. Зубовский, Д. К. Использование общей термомагнитотерапии для восстановления и повышения работоспособности спортсменов: инструкция на метод / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик, Е. И. Золотухина. – Мн.: БГУФК, 2010. – 14 с.
10. Гаврилова, Е. А. Сердце спортсмена. Актуальные проблемы спортивной кардиологии / Е. А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2022. – 432 с.
11. Зубовский, Д. К. Физические средства в подготовке спортсменов к XXX летним Олимпийским Играм: практ. пособие для спортивных врачей / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик, Н. Г. Кручинский. – Мн.: ГУ «РУМЦ ФВН», 2012. – 72 с.
12. Карпман, В. Л. Сердечно-сосудистая система и транспорт кислорода при мышечной работе / В. Л. Карпман // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов: сбор. науч. работ кафедры спорт. мед. РГАФК. – М., 1994. – С. 12–41.
13. Wilmore, J. H. Physiology of Sports and Exercise / J. H. Wilmore, D. L. Costill. – New York: Human Kinetics, 2008. – 574 p.
14. Zada, FSM. Effects of exercise training on blood circulation system / FSM Zada, Kh. Naseri, MR. Zalmi // Sprin Journal of Arts, Humanities and Social Sciences. – 2024. – Vol. 03 (05). – P. 87–90.
15. Арансон, М. В. Спортивное питание: состояние вопроса и актуальные проблемы / М. В. Арансон, С. Н. Португалов // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 1. – С. 33–37.
16. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sport Medicine (ACSM) / R. Meeusen [et al.] // Eur. J. Sport Science. – 2013. – Vol. 13(1). – P. 1–24.
17. Зубовский, Д. К. Термомагнитофорез L-аргинина как перспективный способ доставки предшественников биологически активных молекул в ткани живого организма / Д. К. Зубовский, И. П. Жаворонок, Е. В. Федорова // Мир спорта. – 2024. – № 4. – С. 67–72.
18. Moncada, S. Nitric oxide: physiology, pathophysiology and pharmacology / S. Moncada, RMJ. Palmer, E. A. Higgs // Pharmacol. Rev. – 1991. – Vol. 43. – P. 109–142.
19. Effects of dietary L-arginine intake on cardiorespiratory and metabolic adaptation in athletes / R. Bescos [et al.] // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2009. – Vol. 19. – № 4. – P. 355–365.
20. Effects of Arginine Supplementation on Athletic Performance Based on Energy Metabolism: A Systematic Review and Meta-Analysis / A. Viribay [et al.] // Nutrients. – 2020. – Vol. 12(5). – P. 1300–1320.
21. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete / R. J. Maughan [et al.] // British Journal of Sports Medicine. – 2018. – Vol. 52. – P. 439–455.
22. Pipe, A. Nutritional Supplements and Doping / A. Pipe, Ch. Ayotte // Clin. J. Sport Med – 2002. – Vol. 12. – P. 245–249.
23. Трещинская, М. А. Теоретические и практические аспекты применения L-A с целью профилактики цереброваскулярной патологии / М. А. Трещинская // Украинский мед. журнал. – 2011. – № 5. – С. 97–109.
24. Кулиненко, О. С. Медицина спорта высших достижений: фармакология, психология, диета, физиотерапия, биохимия, восстановление / О. С. Кулиненко. – М.: Спорт, 2016. – 318 с.
25. Хонл Т. А. Затраты на разработку инновационного лекарственного препарата / Т. А. Хонл // Проблемы учета и финансов. – 2013 – Т. 2, № 10. – С. 52–54.
26. Costs of Drug Development and Research and Development Intensity in the US, 2000–2018 / A. Sertkaya [et al.] // JAMA Netw Open. – 2024. – Vol. 7 (6). – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11214120> (дата обращения: 12.02.2026).
27. Улащик, В. С. От фармакотерапии к физиофармакотерапии / В. С. Улащик // Медицинские новости. – 2013. – № 1. – С. 11–16.
28. Каладзе, К. Н. Влияние физиофармакотерапии у больных с переломами нижней челюсти на регионарную гемодинамику / К. Н. Каладзе // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – Т. 24 (65). – С. 200–201.
29. Улащик, В. С. Трансдермальное введение лекарственных веществ и физические факторы: традиции и инновации / В. С. Улащик. – Мн.: Бел. навука, 2017. – 266 с.